

NUEVAS ESTRATEGIAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Enrique Moliner

Javier Sanfélix

Daniel Garraín

Rosario Vidal

Grupo de Ingeniería del Diseño (GID), Universidad Jaume I, Castellón, España

Joaquim Lloveras

Dpto. de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España

Abstract

Spain is one of the major producers of construction and demolition (C&D) waste in the European Union, however, presents a low level of C&D waste recovery (about 17%) which is well below the target level established by the Waste Framework Directive for the year 2020 (recovery of 70% of non-hazardous C&D waste).

This paper presents the drawbacks of C&D waste management in Spain and expounds some strategies to improve the current situation, some of which are being promoted in other countries with satisfactory results. Firstly, we present some waste minimization strategies to incorporate at the early stages of project (design and planning considering waste minimization). Secondly, we detail some measures to reduce waste generation during project implementation and to improve the efficiency of subsequent treatments (material control, separate collection on-site and selective demolition). Thirdly, we describe new high-efficient recovery technologies (integrated treatment plants). Finally, we discuss some measures to boost the competitiveness of the market for recycled products (establishing quality standards, defining applications for recycled products, etc.), emphasizing the role of Government to promote the development of the measures raised (taxes for landfilling, incentives for recycling, etc.).

Keywords: *C&D waste; management strategies; sustainable construction; separate collection on-site; material control; selective demolition*

Resumen

España es uno de los principales productores de residuos de construcción y demolición (RCDs) de la Unión Europea, sin embargo, presenta un nivel de recuperación reducido (en torno al 17%) y muy distante del objetivo de la Directiva Marco de Residuos para el año 2020 (recuperación del 70% de RCDs no peligrosos).

Esta comunicación expone los inconvenientes de la gestión de RCDs en España y plantea estrategias para mejorar la situación actual, algunas de las cuales se están impulsando en otros países con resultados satisfactorios. En primer lugar, se presentan estrategias de minimización de residuos a incorporar al inicio del proyecto (diseño y planificación considerando la minimización de residuos). En segundo lugar, se describen medidas para

reducir la generación de residuos durante la ejecución del proyecto y favorecer los tratamientos posteriores (control de materiales, separación en origen y demolición selectiva). En tercer lugar, se exponen nuevas tecnologías de recuperación más eficientes (plantas de tratamiento integral de RCDs). Finalmente, se comentan algunas medidas para impulsar la competitividad del mercado de productos reciclados (establecer estándares de calidad, determinar aplicaciones para productos recuperados, etc.), enfatizando el papel de la Administración para promover todas las medidas planteadas (tasas de vertido, incentivos al reciclado, etc.).

Palabras clave: RCD; estrategias de gestión; construcción sostenible; separación en origen; control de materiales; demolición selectiva

1. Introducción

Los residuos de construcción y demolición (RCDs) proceden, en su mayor parte, de los derribos intensivos (55%), de los rechazos de materiales de construcción en obras de nueva planta y en obras de reformas (30%) y de las obras públicas (10%) (Cuchí & Sagrera, 2007). Bajo la denominación de RCDs se agrupa una variada serie de materiales, entre los que se encuentran productos cerámicos, hormigón, piedras, material asfáltico y, en menor medida, otros componentes como madera, metales, plásticos o vidrio.

En la década de los noventa se producían en la Unión Europea (UE) alrededor de 180 millones de toneladas anuales de RCDs. España se situaba como uno de los principales productores de RCDs de la UE, con una generación anual de 12,8 millones de toneladas. Lamentablemente, se situaba a la cola en lo que se refiere a la recuperación de RCDs, con una tasa de recuperación menor del 5% y únicamente 6 plantas de reciclado en servicio (Symonds et al., 1999). En la última década la producción de RCDs en España ha crecido considerablemente. Actualmente, la generación anual de RCDs se estima en torno a 40 millones de toneladas. Paralelamente, se han ido construyendo nuevas plantas de reciclado de RCDs en el territorio nacional, que ya cuenta con un total de 61 instalaciones de este tipo. A pesar de estos avances, la recuperación de RCDs en España sigue siendo limitada, con una tasa de recuperación alrededor del 17% (MMA, 2008). Este valor se encuentra por debajo de la media europea, que en el año 1999 ya era del 28% (Symonds et al., 1999).

El problema de los RCDs no sólo se limita al volumen en que se generan, sino que se extiende a su naturaleza, la cual es cada vez más compleja debido a la diversificación de materiales utilizados. Este hecho limita las posibilidades de reutilización y reciclado de los residuos, aumentando la necesidad de crear vertederos y de intensificar la extracción de materias primas. En respuesta a esta problemática, la nueva Directiva Marco de Residuos – Directiva 2008/98/CE– establece la obligación de recuperar como mínimo el 70% en peso de los RCDs no peligrosos antes del año 2020. El nivel actual de recuperación de RCDs en España se encuentra muy distante del objetivo de la Directiva Marco para el año 2020.

Con vistas a corregir la situación actual y poder hacer frente a las exigencias de la Directiva Marco de Residuos es necesario establecer un modelo de construcción sostenible. Esto requiere la aplicación de principios ecológicos capaces de maximizar la eficiencia de los recursos y minimizar los residuos en los procesos de construcción, uso y fin de vida de los edificios e infraestructuras (Kibert et al., 2002). Uno de los principales retos para la industria de la construcción es la producción y utilización de materiales de construcción basados en el reciclado de esos mismos materiales, con el fin de garantizar al máximo el cierre de los ciclos materiales y limitar al mínimo la generación de residuos. En España aún se encuentran poco desarrollados e implantados los principios de construcción sostenible, relativos al empleo de materiales con menor impacto ambiental y mayor capacidad para ser reciclados y al fomento de la gestión adecuada de los residuos. Por el contrario, aquellos

países donde escasean las materias primas y/o el espacio para construir vertederos son los que más iniciativas han llevado a cabo para impulsar la prevención, reutilización y reciclado de RCDs. Este es el caso de países como Holanda, Bélgica o Dinamarca, todos ellos con tasas de recuperación de RCDs por encima del 80% (Cuchí & Sagrera, 2007).

2. Objetivos y metodología

El presente estudio tiene por objetivo la mejora de la situación actual en materia de gestión de RCDs en España. Con esta finalidad, se plantean toda una serie de estrategias de gestión de RCDs destinadas a corregir los principales problemas de la gestión actual.

La metodología de estudio consiste en una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura científica relativa a esta materia. En primer lugar, se identifican los problemas más comunes y alarmantes en la gestión de RCDs en España. En segundo lugar, se determinan aquellas estrategias de gestión de RCDs que pueden resultar útiles para solventar los inconvenientes identificados previamente. Se proponen estrategias para abordar eficazmente la gestión de residuos a lo largo de todo el ciclo de vida de la construcción, desde el diseño, planificación y ejecución de los proyectos de construcción hasta el fin de vida de los edificios e infraestructuras. La elección de estas estrategias está basada en la experiencia de otros países que ya las están aplicando con resultados satisfactorios.

3. Resultados

Como resultado del estudio se exponen los inconvenientes de la gestión de RCDs en España y se plantean estrategias para mejorar la situación actual. En primer lugar, se presentan estrategias de minimización de residuos a incorporar en las etapas preliminares del proyecto. En segundo lugar, se describen medidas para reducir la generación de residuos durante la ejecución del proyecto y favorecer los tratamientos posteriores. En tercer lugar, se exponen nuevas tecnologías de recuperación más eficientes. Por último, se proponen medidas para impulsar la competitividad del mercado de productos recuperados, enfatizando el papel de la Administración para promover todas las medidas planteadas.

3.1. Problemas en la gestión de RCDs en España

El elevado volumen de generación de RCDs, unido a su naturaleza cada vez más compleja, provoca importantes problemas en la gestión de residuos. En España se recicla una cantidad muy limitada de RCDs. La mayoría de estos residuos se depositan en vertederos. Esto supone un despilfarro de los materiales contenidos en los residuos y aumenta la necesidad de crear vertederos y de intensificar la extracción de materias primas. Las principales limitaciones para la gestión eficiente de los RCDs son: la falta de concienciación ambiental, el reducido coste del vertido respecto al reciclado, la escasa separación en origen de los residuos y la ausencia de un mercado competitivo para los materiales recuperados.

Los costes de eliminación de los RCDs, en particular los cánones de vertido, constituyen un aspecto decisivo sobre la viabilidad de la recuperación de RCDs. Cuanto más costosa resulta la eliminación de los residuos, mayor es el interés del productor por encontrar una alternativa en la recuperación de los mismos. Actualmente, los costes de vertido sin aprovechamiento previo de los RCDs son demasiado bajos como para ejercer un efecto disuasorio sobre los productores y orientar la solución hacia la reutilización y el reciclado.

La separación en origen de RCDs influye directamente sobre la calidad de los residuos obtenidos y, consecuentemente, sobre las posibilidades de aprovecharlos. La reutilización y reciclado de RCDs resultan poco viables cuando los residuos se encuentran demasiado mezclados, debido al elevado coste de los tratamientos requeridos. Por lo tanto, la escasa separación en origen –tanto en las obras de construcción como en los derribos– está

limitando la recuperación de RCDs.

Los materiales recuperados, especialmente los áridos reciclados, tienen muchas dificultades para competir con los materiales vírgenes a los que pretenden sustituir. El gran volumen de producción de áridos naturales en España supone una amplia oferta de estos materiales a unos costes con los que los áridos reciclados difícilmente pueden competir. Además, todavía existe cierta desconfianza sobre la calidad y capacidad de los materiales recuperados. La falta de información sobre la disponibilidad y posibilidades de uso de los materiales recuperados limita aún más el establecimiento de un mercado firme para estos materiales.

La falta de concienciación ambiental en España, que ha dado lugar a esta situación, también se manifiesta en la escasa sensibilidad para aprender y actuar a partir de la experiencia de otros países que ya han aplicado políticas y realizado acciones para superar estos problemas (Cuchí & Sagrera, 2007).

3.2. Estrategias de minimización de residuos a incorporar en las etapas preliminares de los proyectos

Existe un consenso sobre la necesidad de integrar los aspectos relacionados con los residuos en las etapas preliminares del proyecto –correspondientes al diseño y planificación– para evitar la generación de cantidades importantes de RCDs durante la ejecución del proyecto (Ekanayake & Ofori, 2000; Chandrakanthi et al., 2002; Innes, 2004). Lamentablemente, la gestión de residuos figura como el objetivo que menor atención recibe en el diseño y planificación de los proyectos de construcción, prevaleciendo los costes y tiempos de construcción (Poon et al., 2004; Tam, 2008). A continuación, se describen posibles estrategias de diseño y planificación para favorecer la minimización de RCDs.

Minimización de RCDs a través del diseño

Según Innes (2004) el 33% de los RCDs generados en las obras son atribuibles a la falta de implementación de medidas de minimización de residuos en las etapas de diseño. Por lo tanto, el arquitecto puede jugar un papel clave en la prevención de RCDs.

En ocasiones los clientes no son conscientes del impacto de los RCDs (Dainty & Brooke, 2004). El arquitecto puede informar a los clientes sobre la necesidad de minimizar la generación de RCDs y sobre los beneficios que aporta. Según Innes (2004), algunos estudios de minimización de residuos en la construcción han mostrado un ahorro del 3% en costes de construcción, sin suponer costes de inversión significativos. De este modo, el arquitecto puede asesorar a los clientes sobre las posibilidades de incorporar medidas de prevención de residuos y estipular –ya en estas etapas preliminares– las responsabilidades de cada uno de los actores del proyecto (Greenwood, 2003).

El arquitecto también puede contribuir a la reducción de la generación de RCDs a través de la selección de los materiales y métodos de construcción. El arquitecto debe realizar una evaluación de los residuos potenciales e identificar las oportunidades de minimización de residuos que se le presentan. En este sentido, la reducción de RCDs pasa por utilizar técnicas de construcción eficientes y componentes prefabricados y estandarizados (Osmani et al., 2007). Asimismo, puede contribuir a la recuperación de RCDs mediante la elección de materiales recuperados, incluso en la propia obra. Sin embargo, los arquitectos suelen ser reacios a emplear materiales recuperados, principalmente, por la falta de confianza en sus propiedades y por la falta de conocimiento (Coventry et al., 2001).

Frecuentemente se producen cambios de última hora en el diseño y/o durante la ejecución del proyecto, debido a modificaciones planteadas por el cliente. Estas modificaciones suelen suponer cambios en el tipo y cantidad de materiales requeridos, derivando en una mayor generación de residuos (Osmani et al., 2007). El arquitecto debe considerar esta posibilidad

a la hora de abordar el diseño. Hylands (2004) apunta a la estandarización del diseño como método para mejorar la edificabilidad y reducir los rechazos. Gibb (2001) respalda la utilización de componentes prefabricados y estandarizados como medida para reducir los excedentes en la construcción. Dainty y Brooke (2004) proponen como solución la utilización de componentes prefabricados fuera de la obra.

Otra causa que contribuye a incrementar la cantidad de RCDs es la falta de claridad en las especificaciones facilitadas por los arquitectos, dando lugar a la realización de trabajos innecesarios o al aprovisionamiento excesivo de materiales. Para evitar estas situaciones, el arquitecto debe proporcionar con antelación la documentación donde se refleje claramente todas las especificaciones del diseño, los criterios y métodos de construcción y los requisitos de materiales (Poon et al., 2004).

A pesar de todas las posibilidades que se presentan para minimizar los residuos en la etapa de diseño, son muy pocos los arquitectos que las aplican. Muchos arquitectos opinan que el diseño repercute muy poco en la generación de residuos, ya sea directa o indirectamente, y atribuyen tal generación al desarrollo de las actividades en la obra. A esto se suma la falta de información de los arquitectos sobre las causas de los residuos, ya que pocos arquitectos han recibido formación en este sentido. También hay arquitectos que reconocen no dar prioridad a la minimización de residuos debido a la falta de interés por parte de los clientes, entendiendo que la generación de residuos es un hecho inevitable. En base a estas observaciones, se deduce que es necesario impulsar la formación en esta materia para conseguir un cambio en la cultura y prácticas de diseño (Osmani et al., 2007).

Minimización de RCDs a través de la planificación

En España los proyectos de construcción no trataban de forma específica y detallada la gestión de los RCDs. Con la publicación del Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los RCDs, estos proyectos deberán incorporar planes de gestión de residuos, tal como sucede en otros sectores.

El desarrollo e implementación de un programa de gestión de RCDs presenta diversas limitaciones. Las grandes inversiones requeridas, el aumento de los costes globales del proyecto y la ausencia de incentivos financieros constituyen los principales inconvenientes. Además, la falta de formación sobre gestión de residuos en la industria de la construcción obliga a subcontratar algunas de estas actividades. Otros inconvenientes que se pueden citar son las inversiones en instalaciones y equipos adicionales, el reducido coste del vertido y la competitividad dentro del sector. Por otro lado, la implementación de planes de gestión de RCDs permite prevenir la polución y asignar los recursos más eficientemente, favorece la adaptación a la regulación ambiental y facilita la evaluación de riesgos y la elaboración de otros planes de prevención de problemas potenciales (Tam, 2008).

En la etapa de planificación de la gestión de RCDs es necesario establecer la estrategia de control de materiales a aplicar durante el proceso de construcción –diseño, abastecimiento y manipulación de materiales, gestión y prácticas “in situ”– para controlar la generación de residuos (Poon et al., 2004). Una planificación efectiva también puede incluir una predicción de la producción de RCDs, el desarrollo de medios técnicos apropiados para la manipulación y procesado de los RCDs, y una buena gestión capaz de garantizar la aplicabilidad de los procesos de recuperación (Rosa & Pastó, 2004).

3.3. Estrategias para reducir la generación de residuos durante la ejecución del proyecto y favorecer los tratamientos posteriores

En la etapa previa de planificación se establecen estrategias de minimización de RCDs. Algunas de estas estrategias están destinadas a reducir la generación de residuos durante la ejecución del proyecto y favorecer los tratamientos posteriores. En este sentido, se

pueden destacar el control de materiales, la separación de residuos en origen y la demolición selectiva. A continuación, se describen cada una de estas estrategias.

Control de materiales

El control de materiales puede definirse como el conjunto de medidas para minimizar las pérdidas o daños en los materiales mediante un buen diseño y unas condiciones adecuadas de aprovisionamiento, embalaje, transporte, recepción, manipulación, almacenamiento y coordinación (Ferguson et al., 1995). El control de materiales debe involucrar a todos los actores del proceso de construcción, incluyendo sistemas para facilitar la comunicación con los proveedores y medidas para formar y educar a los trabajadores. Los proveedores deben estar bien informados sobre los requerimientos del proyecto de construcción. Por su parte, el responsable de la logística debe solicitar los materiales apropiados y comprobar que son recibidos en el momento necesario. Existe la posibilidad de adoptar un abastecimiento “just-in-time”, para evitar excedentes y/o el deterioro de materiales durante el almacenamiento u otros movimientos adicionales. Además, los materiales y componentes recibidos en la obra deben ser inspeccionados cuidadosamente. Por otro lado, deben emplearse medios seguros para transportar los materiales desde el área de almacenamiento hasta el área de trabajo, reduciendo al mínimo los materiales dañados. Asimismo, es necesario evitar manipulaciones y transportes de materiales innecesarios, haciendo coincidir los lugares de descarga con los de almacenamiento y designando áreas estratégicas donde procesar y almacenar los materiales. El área de almacenamiento debe estar situada en un emplazamiento conveniente y protegido de posibles accidentes. Por último, es posible retornar los materiales de embalaje a los proveedores para facilitar su reutilización (Poon et al., 2004).

Separación en origen

El nivel de separación en origen de los RCDs guarda una relación directa con el coste de tratamiento de los residuos y con la calidad del producto resultante. Un elevado nivel de selección de los residuos en las obras implica una menor complejidad de los tratamientos requeridos, resultando en una reducción de los costes de tratamiento (Rosa & Pastó, 2004). Además, la calidad de los productos recuperados mediante el tratamiento de residuos seleccionados es mayor que en el caso de residuos sin seleccionar (Schachermayer et al., 2000; Rosa & Pastó, 2004). De todas estas observaciones se deduce que la separación en origen es una medida necesaria para favorecer el aprovechamiento de los RCDs.

La escasa separación de residuos en origen es uno de los principales problemas que limitan la reutilización y el reciclado de RCDs en España. El rechazo a la separación de residuos en la construcción se atribuye al espacio que ocupa, a los esfuerzos de gestión y al trabajo adicional, derivando todo ello en mayores costes. Además, las actividades de selección de residuos interfieren en la actividad normal de las obras, mientras que los constructores dan prioridad a finalizar las obras en el menor tiempo posible (Poon et al., 2001).

Para impulsar la separación en origen de los RCDs es necesario concienciar a los constructores sobre los beneficios medioambientales de esta actividad. Además, la separación en origen ofrece la posibilidad de recuperar los RCDs en las mismas obras donde se producen –mediante plantas de reciclado móviles o semimóviles–, con el ahorro económico que ello representa. En cualquier caso, resulta complicado que los constructores demuestren interés por implantar un sistema de separación de residuos, a menos que sea un requisito legal o se incrementen las cargas económicas al vertido (Poon et al., 2001).

Demolición selectiva

La demolición selectiva –también denominada deconstrucción– es una técnica mediante la cual el proceso de demolición se realiza de forma inversa al proceso de construcción. La

demolición selectiva consiste en el desmontaje y posterior clasificación de las molduras no fijas, las puertas y ventanas, los tejados, las instalaciones de agua, electricidad y calefacción, así como de cualquier otro componente recuperable, de forma previa a la demolición de la estructura del edificio (Lauritzen & Hanh, 1997). De este modo se previene la mezcla de materiales y se evita la contaminación de las materias reciclables, favoreciendo su recuperación en condiciones económicamente viables.

El 55% de los RCDs generados en España proceden de derribos intensivos, mientras que la cantidad de RCDs de derribos selectivos no llega al 5%. Estos datos ponen de manifiesto que la demolición sigue considerándose un proceso poco técnico, siendo las actitudes de los contratistas las que llevan a demoliciones rápidas con el posterior vertido de los escombros. Además, el proceso de demolición selectiva es más costoso que los procesos tradicionales de demolición, puesto que requiere mayores inversiones en mano de obra y consume más tiempo (Poon et al., 2001). Sin embargo, también proporciona ventajas económicas derivadas de la mayor calidad de los materiales de demolición, del ahorro en costes de transporte y de la reducción de los costes de tratamiento y vertido (Lauritzen & Hanh, 1997). Atendiendo a estas ventajas, muchos países han empezado a mostrar una actitud positiva hacia la demolición selectiva. Asimismo, la investigación en este campo ha avanzado considerablemente en los últimos años. Son varios los estudios destinados a evaluar las mejores estrategias de demolición selectiva e incorporar estos aspectos en la planificación de los proyectos de demolición, alcanzando objetivos de tiempos y costes admisibles (Schultmann & Sunke, 2007; Roussat et al., 2009).

En definitiva, la demolición selectiva se presenta como una solución efectiva para reducir la problemática actual en lo referente a la generación y gestión de RCDs. Esta solución pasa por planificar y dirigir los trabajos de demolición de una manera completamente diferente a los métodos tradicionales. La experiencia adquirida en otros países y la investigación realizada en esta materia pueden resultar muy útiles para tal fin.

3.4. Nuevas tecnologías de recuperación de residuos más eficientes

Uno de los retos para la industria de la construcción española es la producción de materiales de construcción basados en el reciclado de esos mismos materiales, de forma que se garantice al máximo el cierre de los ciclos materiales y se limite al mínimo la generación de residuos (Cuchí & Sagrera, 2007). En la actualidad, las soluciones técnicas utilizadas en España se basan en la implantación de plantas fijas, móviles o semimóviles que realizan la separación de ciertos componentes y/o la trituración fraccionada. Sin embargo, los resultados alcanzados en estas plantas no son del todo satisfactorios, ya que se recuperan pocas fracciones de residuos y la calidad de los materiales procesados es limitada.

En otros países –como Holanda, Bélgica, Dinamarca o Alemania– la preocupación por la gestión de los RCDs va en aumento, desplegándose numerosas investigaciones enfocadas a optimizar la recuperación y el uso de RCDs. Por citar un ejemplo, en Holanda se pretende aumentar el nivel de recuperación de RCDs por encima del nivel actual, que ya se encuentra en el 95% (Mymrin & Correa, 2007). Con esta finalidad, se están investigando nuevas tecnologías de tratamiento capaces de permitir la implementación de una construcción de ciclo cerrado.

Uno de los últimos avances en el ámbito tecnológico ha sido el desarrollo de un proceso de tratamiento integral de RCDs, aún en fase experimental, que permite reutilizar los materiales procesados con su nivel de calidad original y minimizar la cantidad de residuos destinados a vertederos (Mulder et al., 2007). Este proceso clasifica los residuos procedentes de la demolición selectiva en hormigón, obra de fábrica (ladrillos, baldosas, tejas, etc.) y mezcla de escombros, para su procesamiento y reutilización como materias primas en la fabricación de nuevos productos de obra de fábrica y hormigón. Por un lado, los residuos de hormigón se

someten a procesos mecánicos, magnéticos y térmicos para liberar al hormigón de impurezas y separar los áridos gruesos, los áridos finos y el cemento. Por otro lado, los residuos de obra de fábrica se someten a un proceso térmico para separar las piezas de obra de fábrica del mortero, recuperando además aquellas piezas reutilizables (ladrillos, baldosas o tejas en buen estado). El mortero separado se mezcla posteriormente con la fracción pétreo para fabricar hormigón. Por último, la mezcla de escombros se somete a procesos de separación, descontaminación y clasificación, mediante técnicas de separación por densidad (en seco) y técnicas de clasificación automatizadas (sistemas ópticos), obteniendo una fracción pétreo y una fracción ligera (madera, plásticos, papel y cartón, etc.). La fracción pétreo se destina a la fabricación de hormigón, mientras que la fracción ligera se usa como combustible para los procesos térmicos.

Este proceso permite cerrar el ciclo de materiales para el hormigón y la obra de fábrica en la propia cadena de construcción. También permite valorizar la fracción combustible de los RCDs en el mismo proceso. Los beneficios medioambientales son numerosos, ya que se reducen los consumos de energía y agua, las emisiones de CO₂, la explotación de recursos naturales y la ocupación del suelo. Además, el carácter integrador del proceso supone un ahorro en transporte y, por lo tanto, unos beneficios económicos y medioambientales añadidos (Mulder et al., 2007). Atendiendo a todos estos beneficios y considerando que se encuentra en fase experimental con resultados prometedores, este proceso complementado con una correcta separación en origen podría ser una buena solución en el futuro.

3.5. Estrategias para impulsar la competitividad del mercado de productos recuperados

Los materiales recuperados, especialmente los áridos reciclados, tienen muchas dificultades para competir con los materiales vírgenes a los que pretenden sustituir. Las principales barreras que limitan la competitividad del mercado de productos recuperados son: los reducidos costes del vertido de RCDs; la ausencia de incentivos financieros al reciclado de RCDs, para hacer frente a los reducidos costes de los áridos naturales; la ausencia de regulaciones que exijan utilizar una determinada proporción de materiales recuperados en los proyectos de construcción; y la falta de estándares propios que determinen la calidad y aplicabilidad de los materiales recuperados, para favorecer el conocimiento y la confianza en estos materiales por parte de los profesionales de la construcción (Poon, 2004). A continuación, se exponen algunas estrategias para impulsar la competitividad del mercado de productos recuperados, haciendo hincapié en el papel de la Administración Pública.

Incentivos de la Administración para la recuperación de RCDs

Las alternativas de recuperación de RCDs –en oposición al vertido– y de utilización de materiales recuperados –en sustitución de los materiales vírgenes– están fuertemente limitadas por el aspecto económico. Durante los últimos años muchos países han llevado a cabo estrategias políticas para incentivar la recuperación de los materiales. Este es el caso de muchos países europeos, donde los incentivos se han manifestado en forma de mayores tasas al vertido de RCDs y al uso de materiales vírgenes, o bien por medio de subvenciones a la producción y utilización de materiales reciclados.

La implantación de este tipo de mecanismos en España no había tenido lugar hasta hace bien poco, con la publicación del Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los RCDs. No obstante, esta regulación va más allá del resto de legislaciones europeas, ya que prohíbe el depósito en vertedero de los RCDs que no reciban un tratamiento previo de valorización. El Real Decreto incluye otras medidas adicionales para favorecer la gestión eficaz de los RCDs, como son la obligación de elaborar planes de gestión de residuos en los proyectos de construcción o de realizar la separación en origen. Un aspecto que se echa de menos en el nuevo Real Decreto es la obligación de incorporar materiales procedentes de

RCDs en todos los proyectos de construcción, incluyendo los proyectos de iniciativa privada.

Información sobre la calidad y aplicabilidad de los productos recuperados

Durante los últimos años se han realizado numerosos estudios para garantizar la calidad y cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales recuperados. Según el comité RILEM (2004), en muchas ciudades europeas es habitual una sustitución del 20% de árido natural por árido reciclado en la fabricación de hormigones estructurales. En España la situación no es tan favorable y aún existe mucha desconfianza entre los profesionales de la construcción sobre la calidad de los productos recuperados y su aplicabilidad, lo que limita su utilización actual a las obras de relleno y de carreteras.

Para cambiar la percepción de los residuos dentro del sector es necesario hacer un gran énfasis en la información y educación. Una medida imprescindible es el establecimiento de estándares propios y sistemas de control de calidad que puedan documentar la aplicabilidad de los materiales recuperados. La Administración Pública tendría que invertir más esfuerzos en promulgar normativa técnica asumible por el sector del reciclado para establecer los parámetros de calidad de los productos recuperados y promover su utilización.

En esta línea de impulsar la utilización de los materiales recuperados a través de la información a los profesionales de la construcción, se puede destacar la publicación de la "Green Guide to Specifications" del BRE Group de Reino Unido. Esta publicación evalúa el rendimiento ambiental de más de 250 materiales y componentes y ofrece una amplia gama de alternativas para muros, paredes, forjados, techos, puertas, ventanas, aislamientos, pinturas, acabados, etc. (Anderson et al., 2002).

Producción de áridos reciclados en las plantas de procesado de áridos naturales

La competitividad del mercado de productos reciclados depende de los costes del reciclado, ya que estos costes repercuten directamente sobre el precio de los materiales reciclados. Los costes del reciclado dependen básicamente de los costes del emplazamiento, los costes de maquinaria y equipamiento, los costes de personal y los costes de operación.

Las plantas de reciclado de RCDs tienen una estructura similar a la de las plantas de procesado de materias primas naturales. Por lo tanto, el fabricante de áridos cuenta con numerosas ventajas competitivas (Rosa & Pastó, 2004). El fabricante de áridos dispone de la tecnología, las instalaciones, los equipos y el espacio necesarios para obtener áridos reciclados a partir de RCDs, realizando pequeñas modificaciones en su proceso productivo. Asimismo, cuenta con trabajadores especializados en la producción de áridos. Además, puede verificar el cumplimiento de las propiedades de calidad de los productos reciclados de forma similar a como hace con los áridos de origen natural. Por otro lado, puede dar salida comercial a estos productos gracias a su cartera de clientes. Con una logística adecuada, los camiones que vienen a cargar áridos a la planta pueden traer RCDs, reduciéndose los costes de transporte, el consumo energético y las emisiones. En el caso de que se trate de una explotación a cielo abierto, puede emplear los RCDs inertes no reciclables para la restauración de la explotación.

4. Conclusiones

España es uno de los principales productores de RCDs de la UE, sin embargo, presenta un nivel de recuperación por debajo de la media europea y muy distante del objetivo de la Directiva Marco de Residuos para el año 2020. Las principales limitaciones para la gestión eficiente de los RCDs son la falta de concienciación ambiental, el bajo coste del vertido respecto al reciclado, la escasa separación en origen de los materiales a recuperar y la ausencia de un mercado competitivo para los materiales recuperados.

En la presente comunicación se han expuesto varias estrategias para mejorar la gestión actual de RCDs en España, en base a la experiencia de otros países más avanzados en esta materia. Las estrategias propuestas abordan la gestión de residuos a lo largo de todo el ciclo de vida de la construcción, desde el diseño, planificación y ejecución de los proyectos de construcción hasta el fin de vida de los edificios e infraestructuras.

La etapa de diseño es clave a la hora de establecer estrategias para minimizar la generación de RCDs. El arquitecto debe asesorar a los clientes sobre las posibilidades de incorporar medidas de prevención de residuos y estipular las responsabilidades de cada uno de los actores del proyecto. El arquitecto también puede reducir la generación de RCDs mediante la utilización de métodos de construcción eficientes y la selección de materiales y componentes prefabricados y estandarizados. Asimismo, puede contribuir a la recuperación de RCDs mediante la elección de materiales recuperados. Actualmente, estas estrategias no están muy extendidas entre los arquitectos. Por lo tanto, es necesario impulsar la formación en esta materia para conseguir un cambio en la cultura y prácticas de diseño.

El desarrollo e implementación de planes de gestión de RCDs también son fundamentales en los proyectos de construcción y demolición. En la etapa de planificación de gestión de RCDs es necesario establecer la estrategia de control de materiales a aplicar durante el proyecto para controlar la generación de residuos. Una planificación efectiva también debe incluir una predicción de la generación de RCDs, el desarrollo de medios técnicos apropiados para la manipulación y procesado de los RCDs y una buena gestión capaz de garantizar la aplicabilidad de los procesos de recuperación.

Entre las estrategias destinadas a reducir la generación de residuos durante la ejecución del proyecto y favorecer los tratamientos posteriores, se pueden destacar: el control de materiales, la separación de residuos en origen y la demolición selectiva.

El control de materiales abarca todas las medidas destinadas a minimizar las pérdidas o daños en los materiales mediante un buen diseño y unas condiciones adecuadas de aprovisionamiento, embalaje, transporte, recepción, manipulación, almacenamiento y coordinación. El control de materiales debe involucrar a todos los actores del proceso de construcción, incluyendo sistemas para facilitar la comunicación con los proveedores y medidas para formar y educar a los trabajadores.

La separación en origen de RCDs contribuye de forma considerable a reducir el coste de tratamiento de los residuos y a mejorar la calidad de los productos resultantes. Por lo tanto, la separación en origen es una medida completamente necesaria para favorecer el aprovechamiento de los RCDs.

La demolición selectiva consiste en el desmontaje y posterior clasificación de los componentes recuperables (puertas, ventanas, tejados, instalaciones de agua, electricidad y calefacción, etc.) de forma previa a la demolición de la estructura del edificio. De este modo se previene la mezcla de materiales y se evita la contaminación de las materias reciclables, favoreciendo su recuperación en condiciones económicamente viables. Teniendo en cuenta que la mayor parte de los RCDs se generan en el fin de vida de los edificios, la demolición selectiva se presenta como una técnica prioritaria para incrementar los niveles de recuperación de RCDs actuales.

Uno de los retos para la industria de la construcción española es la producción de materiales de construcción basados en el reciclado de esos mismos materiales, de forma que se garantice al máximo el cierre de los ciclos materiales. En este sentido, la solución pasa por la incorporación de nuevas tecnologías de tratamiento integral de RCDs que permitan reutilizar los materiales procesados con su nivel de calidad original y minimizar la cantidad de residuos destinados a vertederos. Tales tecnologías se encuentran actualmente en fase experimental en países como Holanda, Bélgica, Dinamarca o Alemania.

Los materiales recuperados, especialmente los áridos reciclados, tienen muchas dificultades para competir con los materiales vírgenes a los que pretenden sustituir. La Administración Pública tiene un papel clave a la hora de impulsar la competitividad del mercado de productos recuperados. Recientemente se ha prohibido el depósito en vertedero de los RCDs que no reciban un tratamiento previo de valorización y se ha establecido la obligación de elaborar planes de gestión de RCDs en los proyectos de construcción y de realizar la separación en origen. No obstante, aún quedan pendientes otros aspectos, como es el desarrollo e implantación de una normativa técnica asumible por el sector del reciclado para establecer parámetros de calidad de los productos recuperados y promover su utilización. Por otro lado, la producción de áridos reciclados en las plantas de procesamiento de áridos naturales se presenta como una solución viable para impulsar el reciclado de RCDs. La competitividad del mercado de productos reciclados también depende de que los costes asociados a las operaciones de reciclado resulten viables y, en este sentido, el fabricante de áridos cuenta con numerosas ventajas competitivas (tecnología, instalaciones, equipos, espacio, personal capacitado, cartera de clientes, etc.).

Referencias

- Anderson, J., Shiers, D. E., Sinclair, M. (2002). *The Green Guide to Specification*. Watford: Building Research Establishment (BRE).
- Chandranthi, M., Hettiaratchi, P., Prado, B., & Ruwanpura, J. (2002). Optimization of the waste management for construction projects using simulation. *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, San Diego.
- Coventry, S., Shorter, B., & Kingsley, M. (2001). *Demonstrating Waste Minimisation Benefits in Construction*. CIRIA C536. Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), Londres.
- Cuchí, A., & Sagrera, A. (2007). Reutilización y reciclaje de los residuos de la construcción. *Ambienta*, 66 (1), 59–68.
- Dainty, A. R. J., & Brooke, R. J. (2004). Towards improved construction waste minimisation: improved supply chain integration. *Structural Survey*, 22 (1), 20–29.
- Ekanayake, L. L., & Ofori, G. (2000). Construction material waste source evaluation. *Proceedings of the Second Southern African Conference on Sustainable Development in the Built Environment: Strategies for a Sustainable Built Environment*, Pretoria.
- Ferguson, J., Kermodé, N., Nash, C. L., Sketch, W. A. J., & Huxford, R. P. (1995). *Managing and Minimizing Construction Waste – A Practical Guide*. Institution of Civil Engineers, London.
- Gibb, A., (2001). *Standardisation and Customisation in Construction: A Review of Recent and Current Industry and Research Initiatives on Standardisation and Customisation in Construction*. CRISP, Londres.
- Greenwood, R., (2003). *Construction Waste Minimisation – Good Practice Guide*. Centre for Research in the Built Environment (CRIBE), Cardiff.
- Hylands, K., (2004). Designing waste out of the construction process. *Proceedings of Minimising Construction Waste Conference: Developing Resource Efficiency and Waste Minimisation in Design and Construction*, Londres.
- Innes, S. (2004). Developing tools for designing out waste pre-site and on-site. *Proceedings of Minimising Construction Waste Conference: Developing Resource Efficiency and Waste Minimisation in Design and Construction*, Londres.

- Kibert, C., Sendzimir, J. & Guy, J.B. (2002). *Construction Ecology*. Londres: Spon Press.
- Lauritzen, E. K., & Hahn, N.J., (1997). Producción de residuos de construcción y reciclaje. *Residuos*, 8.
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente). (2008). *Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015*.
- Mulder, E., de Jong, T. P. R., & Feenstra, L. (2007). Closed Cycle Construction: An integrated process for the separation and reuse of C&D waste. *Waste Management*, 27, 1408–1415
- Mymrin, V., & Correa, S. M. (2007). New Construction materials from concrete production and demolition wastes and lime production waste. *Construction and Building Materials*, 21, 578–582.
- Osmani, M., Glass, J., & Price, A. D. F. (2007). Architects perspectives on construction waste reduction by design. *Waste Management*, 28, 1147–1158.
- Poon, C. S., Yu, A. T. W., & Ng, L. H. (2001). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, 32, 157–172.
- Poon, C. S. (2004). Management of Construction and Demolition Waste. *Waste Management*, 27, 159–160.
- Poon, C. S., Yu, A. T. W., & Jaillon, L. (2004). Reducing building waste at construction sites in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, 22, 461–470.
- RILEM (Internacional Union of testing and Research Laboratories for Materials and Structurea). (2004). *Technical Committee 198-URM41. Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures*.
- Rosa, J. C., & Pastó, E. (2004). Gestión de escombros y otros residuos de la construcción. *Ambient*, 24, 53–56.
- Roussat, N., Dujet, C., & Méhu, J. (2009). Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. *Waste Management*, 29, 12–20.
- Tam, V. W. Y. (2008). On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction. *Waste Management*, 28, 1072–1080.
- Schachermayer, E., Lahner, T., & Brunner, P. H. (2000). Assessment of two different separation techniques for building wastes. *Waste Management & Research*, 18, 16–24.
- Schultmann, F. & Sunke, N. (2007). Energy-oriented deconstruction and recovery planning. *Building Research & Information*, 35 (6), 602–615.
- Symonds, ARGUS, COWI & PRC Bouwcentrum (1999). *Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*. DGXI, European Commission.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Enrique Moliner
GID – Grupo de Ingeniería del Diseño
Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universidad Jaime I
Phone: +34 964729252
Fax: + 34 964728106
E-mail: kike.moliner@uji.es
URL: <http://www.gid.uji.es>